

А.А.ПЕРМЯКОВ, д-р техн. наук, профессор, НТУ “ХПИ”;
А.С.ЗАБАРА, аспирант, НТУ “ХПИ”

О ПОВЫШЕНИИ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА МНОГОПОЗИЦИОННОМ АГРЕГАТИРОВАННОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ

У статті розглянено особливості багатопозиційних агрегатованих технологічних систем, які впливають на вибір та проектування установчо-затискних пристроїв. Вказано на необхідність підвищення точності обладнання за рахунок вдосконалення установчо-затискних пристроїв.

В статье рассмотрены особенности многопозиционных агрегатированных технологических систем, которые влияют на выбор и проектирование установочно-зажимных приспособлений. Указано на необходимость повышения точности оборудования за счет их усовершенствования

In article features of the multistation aggregated technological systems which influence a choice and designing of clamping devices are considered. It is specified in necessity of increase of accuracy of equipment at the expense of improvement of the clamping device.

Введение. Постоянное повышение требований к производительности и качеству изготовления изделий, снижение энерго- и материалоемкости, стоимости обработки деталей и др. требует от производителей использования наиболее совершенного металлорежущего оборудования. В последнее время широкое распространение получили обрабатывающие центры и станки с ЧПУ, что связано с решением задач обеспечения высокой технологической гибкости оборудования при нестабильных программах выпуска. В то же время в промышленно развитых странах большое внимание уделяется совершенствованию технологического оборудования создаваемого по агрегатно-модульному принципу, ярким представителем которого являются агрегатные станки (АС). Отличительной особенностью агрегатных станков является создание их из набора унифицированных узлов, что позволяет в короткие сроки проектировать разнообразные компоновки и изготавливать станки наиболее полно соответствующие особенностям объекта обработки, обеспечивая высокую эффективность производства.

Ранее агрегатные станки создавались как специальное оборудование для массового производства, без учета в полной мере обратимости их элементной базы. Имея минимум технологических возможностей, необходимых и достаточных для обработки конкретной детали или группы деталей, т.е. не обладая технологической избыточностью и гибкостью, эти станки имеют возможность перекомпоновываться для обработки другой детали или группы деталей, что позволяет их применять в серийном производстве.

Не смотря на преимущества этого технологического оборудования (высокая производительность, низкая технологическая себестоимость изготовления и т.д.), недостатком можно считать невысокую точность обработки, которую можно стабильно обеспечивать в условиях

многопозиционных многоинструментных наладок (она соответствует 10 – 11 качеству). Повышение точности осуществляется за счет применения специальной технологической оснастки и различных компенсирующих устройств, а также большого количества пригоночных работ при сборке.

Анализ проблемы и определение путей решения. Одним из недостатков агрегатированного оборудования является узкий диапазон устанавливаемых (закрепляемых) заготовок без переналадки. Это существенно уменьшает технологические возможности этих станков и приводит к дополнительным затратам времени на переналадку или замену установочных и зажимных элементов. Являясь одним из основных функциональных узлов станка, установочно-зажимное приспособление (УЗП) оказывает огромное влияние на точность и производительность процесса обработки.

Совершенствование станочных приспособлений привело к созданию различных систем: УБП, УНП, СНП, СРП, УСП, СП [1]. Эффективность их применения зависит от условий производства. При проектировании станочных приспособлений широко применяются методы агрегатирования, унификации и стандартизации. Это исключает их повторяемость, упрощает их проектирование, производство и эксплуатацию, создает предпосылки для создания и внедрения информационно-поисковой системы и автоматизации процесса проектирования. Весьма эффективным является также сочетание принципа агрегатирования со свойством переналаживаемости при проектировании станочных приспособлений.

Преимущество использования в технологических процессах агрегатированных, специализированных и переналаживаемых приспособлений из стандартных элементов очевидно, но в некоторых случаях по тем или иным причинам приходится проектировать и специальные приспособления. Так, для повышения точности необходимо стремиться к комплексной обработке деталей на данном оборудовании с одного станка. Ограниченность зоны обработки АС в пределах сектора поворотно-делительного стола не позволяет применять существующие системы переналаживаемой оснастки. Требования обеспечения максимальной производительности, точности и автоматизации процесса загрузки, крепления и снятия деталей заставляют максимально учитывать особенности объекта обработки при проектировании специальных приспособлений.

Использование систем приспособлений, которые могут приспособливаться к обработке других деталей, таких как УСП, СРП, УНП, СНП, для установки заготовок на агрегатированном оборудовании ставит под вопрос обеспечение необходимой точности и производительности обработки на нём. Эти системы приспособлений полностью (УСП, СРП) или частично (СНП, УНП) состоят из набора стандартных, унифицированных элементов. Точность в этих системах приспособлений обеспечивается за счет достижения высокой точности и прочности при изготовлении, т.е. закладывается точностная и прочностная избыточность, или дообработкой

деталей из которых они состоят. Это повышает стоимость УЗП и время оснащения ими технологического оборудования.

Универсализация и стандартизация УЗП даёт возможность сократить затраты времени и средств при смене объекта обработки. Но возможность варьировать параметрами жесткости конструкторскими методами, как одного их показателей точности, становится затруднительным и будет заключаться в выборе типоразмера того или иного элемента УЗП. Точностные параметры стандартных деталей, как и любых других, имеют естественные отклонения от номинальных значений, заложенных при проектировании. Эти отклонения проявляются как случайные функции и изменяются во времени при старении. И поэтому повторное использование унифицированных деталей не позволяет обеспечить требуемую точность. Также, повышение точностных параметров комплектующих УЗП, за счет унификации, требует чтобы качество их компоновки не снижало эффект комплектации УЗП более точными элементами.

В работе [2] проведена унификация УЗП для обработки однотипных деталей гидроарматуры на многопозиционных агрегатных станках. Но, как и в других научных работах [3,4], посвященных вопросу обеспечения точности на агрегатированном оборудовании, указывается на слабоизученность вопроса обеспечения точности в области такой элементной базы многопозиционной системы агрегатированного оборудования, как УЗП.

Обеспечение точности обработки, зависящей от УЗП, связано с такими особенностями АС: максимально учитывает особенности отдельной детали (поэтому создается как специальное); известна структура несущей системы станка, схема нагружений; ограниченность зоны обработки. Особенности АС вносит свои коррективы в проектирование УЗП, которые не учитываются в других системах станочных приспособлений.

При многоинструментальной обработке задача моделирования точности резко усложняется из-за взаимного влияния факторов, действующих при обработке несколькими инструментами. Это затрудняет прогнозирование и выбор точностных параметров станочных приспособлений и обеспечение их стабильности на основе расчетов точности. В многопозиционных АС часто не учитываются требования технологической наследственности, а также не обеспечивается рациональное распределение суммарной жесткости системы в соответствии с особенностями реализации конкретной в каждом случае схемы многопозиционной обработки. Влияние неравномерно распределенного припуска на точность обработки распространяется на всю систему обрабатываемых поверхностей, даже если неравномерность припуска наблюдается только на одной из них. Заготовки, закрепленные на общем основании - планшайбе, смещаются с планшайбой под действием обработки. Величина и направление смещения может меняться во времени и зависит от износа инструмента, колебания твердости заготовок и др. При смещении планшайбы заготовки на разных позициях смещаются по-разному относительно инструмента. Следовательно, и погрешности обработки, на различных позициях, будут различны. Смещение фиксируемого органа под

действием сил обработки зависит от направления действий усилий на него. Это связано с тем, что при различных направлениях нагрузки воспринимают различные элементы фиксируемых устройств.

Чтобы обеспечить заданную точность и назначить технологические допуски, необходимо знать суммарную погрешность, а, следовательно, и элементарные погрешности, возникающие в процессе механической обработки. Среди погрешностей, которые обуславливают возникновение данных параметров, можно выделить погрешности связанные с изготовлением и сборкой элементов системы позиционирования, составляющей которой является УЗП. Также, погрешности, возникающие при взаимосвязи между УЗП и силовыми агрегатами на разных позициях обработки, которые берут участие в последовательном формообразовании одной поверхности или при получении одной координаты.

Погрешность установки – характеристика точности процесса. Ее рассматривают как фактор, определяющий положение заготовки, исходя из схемы базирования и закрепления. Погрешность приспособления – характеристика конструкции приспособления. Это суммарный фактор, определяющий положение заготовки исходя из схемы приспособления и его погрешностей при условии надежного обеспечения координирующих размеров обработки. Если погрешность установки рассматривается до начала обработки, то погрешность приспособления следует рассматривать в динамике, на протяжении процесса обработки, поскольку динамические характеристики приспособления, такие, как масса, демпфирующие свойства, условия трения и другие, могут оказывать влияние на динамические явления в системе СПЗИ, и главным образом на изменение положения заготовки.

Точность компоновки станочных приспособлений, состоящих из стандартных деталей, заключающаяся по существу в точности координации установочных и направляющих поверхностей относительно плоскости основания, должна быть учтена на стадии проектирования технологического процесса, т.е. тогда, когда известна только схема базирования заготовки. Следовательно, определение погрешностей путем выявления и расчета размерных цепей в конкретных компоновках невозможно на этой стадии. Решение этой задачи возможно на основе анализа структуры УЗП путем выявления типовых схем компоновок при различных методах базирования заготовок.

В действующем производстве фактические величины погрешностей базирования превышают расчетные. При расчете учитываются только проектные зазоры посадок отверстий заготовки и фиксаторов, а фактические погрешности учитывают износ. Формы проявления взаимосвязи между точностью расположения осей обрабатываемых поверхностей с геометрическими погрешностями позиции разнообразны и связаны с видами поверхностей, методами и схемами их обработки. При обработке плоских поверхностей обеспечение их точности взаимного расположения зависит от плоскостности базовых поверхностей, равномерности характеристик жесткости детали в различных её сечениях. Следует заметить, что

соотношение величин, составляющих погрешности базирования по осям координат, можно изменить в желаемом направлении путем иного расположения базовых отверстий. Таким образом, для определенных требований точности расположения оси обрабатываемого отверстия относительно других поверхностей можно в габаритах базовой плоскости найти наиболее выгодный вариант расположения базовых отверстий.

Закключение. Из выше изложенного видно большое разнообразие направлений при решении вопросов повышения точности станочных приспособлений. Требования, предъявляемые к УЗП АС (компактность при высокой жесткости, из-за геометрических ограничений на зону обработки и высокой концентрации технологических переходов), отличают их от других систем станочных приспособлений и требуют отдельного рассмотрения вопросов точности при конструировании приспособлений для агрегатированного оборудования. Таким образом, для успешного решения задач, которые стоят перед машиностроением, необходимо дальнейшее повышение гибкости, расширение технологических возможностей агрегатированного технологического оборудования, за счет усовершенствования узлов, механизмов и средств технологического оснащения. Создание унифицированных приспособлений с учетом их точности позволит значительно повысить технико-экономические показатели агрегатированного технологического оборудования, расширить технологические возможности и тем самым повысить его конкурентоспособность в условиях серийного производства.

Это указывает на необходимость проведения исследований по созданию компоновочных схем и сборочных комплектов унифицированных приспособлений агрегатированного оборудования при решении вопросов обеспечения высокой точности установки обрабатываемых заготовок.

Список литературы: 1. Блюмберг В.А. Переналаживаемые станочные приспособления / В.А. Блюмберг, В.П. Близнюк. – Л. : Машиностроение, 1978. – 360 с. 2. Фадеев, А. В. Анализ и синтез компоновок установочно-зажимных приспособлений многопозиционных агрегатированных технологических систем : дис. канд. техн. наук : 05.02.08 / А. В. Фадеев. – Х., 2006. – 163 с. 3. Акинсейе О.А. Разработка общей структуры и повышение эффективности сборки уникального агрегатированного металлорежущего оборудования : дис. канд. техн. наук : 05.02.08 / О.А. Акинсейе Огункехин Александр. – Х., 1993. – 261 с. 4. Мельниченко А.А. Теоретические основы управления качеством агрегатированного металлорежущего оборудования : дис. д-ра техн. наук : 05.02.08 / Мельниченко Александр Анатольевич. – Х., 1999. – 296 с. 5. Ильицкий В. Б. Станочные приспособления. Конструкторско-технологическое обеспечение эксплуатационных свойств [Текст] / В. Б. Ильицкий, В. В. Микитянский, Л. М. Сердюк. – М. : Машиностроение, 1989., – 207 с. 6. Тимофеев Ю.В. Агрегатные станки средних и малых размеров / Ю.В. Тимофеев, В.Д. Хицан, В.Д. Васерман, В.В. Громов ; Под ред. Ю.В. Тимофеева. – М. : Машиностроение, 1985. – 277с.

Надійшла до редколегії 21.09.2010